



Universidade Federal do Paraná

**Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Manufatura**



ADRIANO DE FREITAS
GABRIEL LEMOS DOS SANTOS NUNES
GEIZY SIÉLLY TURQUINO

DESENVOLVIMENTO DE SOLUÇÕES EM TECNOLOGIA, PROJETOS E PROCESSOS
PARA PRODUÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE REFRIGERAÇÃO INDUSTRIAL

CURITIBA
2020

ADRIANO DE FREITAS
GABRIEL LEMOS DOS SANTOS NUNES
GEIZY SIÉLLY TURQUINO

DESENVOLVIMENTO DE SOLUÇÕES EM TECNOLOGIA, PROJETOS E PROCESSOS
PARA PRODUÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE REFRIGERAÇÃO INDUSTRIAL

Relatório técnico apresentado como resultado parcial para obtenção do certificado de especialista. Curso de Pós graduação em Especialização em Engenharia Industrial 4.0, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Pablo Deivid Valle

CURITIBA
2020



DESENVOLVIMENTO DE SOLUÇÕES EM TECNOLOGIA, PROJETOS E PROCESSOS PARA PRODUÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE REFRIGERAÇÃO INDUSTRIAL

Adriano de Freitas

Gabriel Lemos dos Santos Nunes

Geizy Siélly Turquino

adriano_freitas@msn.com; gabriel_lemos@hotmail.com; geizy_sielly@yahoo.com.br

Resumo. Com o surgimento do conceito de Indústria 4.0, tecnologias antigas estão sendo melhoradas e novas estão sendo desenvolvidas por empresas Startups, que é um novo modelo de negócio que vem atraindo cada vez mais investidores. Muitas empresas procuram parceiros para resolução de seus problemas de processo, qualidade, produção, engenharia, tanto parceiros internos quanto externos. A área de refrigeração industrial possui grandes oportunidades de avanço tecnológico e melhorias de produtos e processos, o que pode melhorar a competitividade da empresa, qualidade de vida de seus colaboradores e fabricação de novos produtos. Neste contexto, o presente artigo trata da resolução de três oportunidades observadas dentro de uma indústria de equipamentos de refrigeração, utilizando métodos, técnicas e conceitos conhecidos, novas tecnologias e as experiências pessoais dos colaboradores. Com isto, abre-se a possibilidade de criação de uma nova empresa Startup com foco inicial na área de projetos, processos, engenharia reversa, gestão de dados, programação e consultoria, que fazem parte das atividades executadas dentro dos projetos apresentados. Como os mesmos ainda não foram implementados, os resultados obtidos resumem-se a validação inicial ou aos objetivos definidos no início dos projetos, mas espera-se ganhos em produtividade, diminuição de não conformidades, obtenção de relatórios.

Palavras chave: Indústria 4.0. Startup. Refrigeração Industrial. Projetos. Processos

1. INTRODUÇÃO

Uma definição para o termo “Indústria 4.0” segundo Coelho (2016, p.15) é uma fábrica que faz produtos inteligentes, em equipamentos inteligentes, em cadeias de abastecimento inteligentes. Drath e Horch (2014) complementam que o termo Indústria 4.0 foi utilizado pela primeira vez em 2011, na Feira de Hanover, Alemanha, para definir o que seria a Quarta Revolução Industrial (apud PEREIRA; SIMONETTO, 2018, p.3).

Um modelo de negócios atual que vem atraindo a atenção de investidores é o que molda uma empresa Startup. A possibilidade de retorno rápido do investimento, de crescimento em um curto prazo e de obtenção ou parceria de uma nova tecnologia são algumas características que podem levar um investidor a apostar nesse empreendedorismo.

Para Ries (2012, p.21), o objetivo de uma Startup é descobrir a coisa certa a criar – a coisa que os clientes querem e pela qual pagarão – o mais rápido possível. Uma boa ideia por si só não garante o sucesso do negócio, é preciso estruturar a ideia utilizando técnicas de gerenciamento na resolução de problemas, uma equipe motivada para encarar os desafios, saber onde buscar os conhecimentos necessários para obter soluções, entre outras habilidades observadas em Startups de sucesso.

Outra característica importante da maioria das Startups é a inovação, que na visão de Alves (2014, p.36) “se refere a produtos, processos, métodos organizacionais ou de produção em dado contexto que não existia anteriormente”. Ela também acrescenta que inovação “se refere a produtos, serviços, técnicas etc., que já existiam, mas que agora ganham novo uso ou sofrem melhorias ou a algo totalmente novo”.

O objetivo geral deste artigo é apresentar resumidamente três trabalhos na área de refrigeração industrial, um desenvolvido para a parte de gestão de informações e dois no nível de chão de fábrica. Estes estão em fase inicial de estudos em uma empresa da cidade de Curitiba, estado do Paraná. Com os resultados obtidos até o momento, espera-se que a proposta de formação de uma nova Startup nesse segmento seja consolidada, abrangendo inicialmente soluções tecnológicas em captação/gerenciamento de dados, projetos de equipamentos, desenvolvimento de processos industriais e automação.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A pesquisa (ou revisão) bibliográfica trata-se de estratégia de pesquisa necessária para a condução de qualquer pesquisa científica. Uma pesquisa bibliográfica procura explicar e discutir um assunto, tema ou problema com base em referências publicadas em livros, periódicos, revistas, enciclopédias, dicionários, jornais, sites, CDs, anais de congressos etc. Busca conhecer, analisar e explicar contribuições sobre determinado assunto, tema ou problema. A pesquisa

bibliográfica é um excelente meio de formação científica quando realizada independentemente - análise teórica - ou como parte indispensável de qualquer trabalho científico, visando à construção da plataforma teórica do estudo. (MARTINS; THEÓPHILO, 2009, p.54). Neste capítulo serão conceituados os principais temas que compõem o trabalho.

2.1. Indústria 4.0 (I4.0)

A provável quarta revolução industrial, também conhecida como Indústria 4.0, trata-se de um fenômeno que está guiando as transformações nos processos de produção e que vem sendo estudada a priori, isto é, antes de acontecer (ou durante o seu acontecimento). (HERMANN; PENTEK; OTTO, 2016 apud PEREIRA; SIMONETTO, 2018, p.2).

No Brasil, segundo Nakayama (2017, p.24), a I4.0 também tem sido objeto de atenção e promoção pelas empresas fornecedoras de tecnologia e infraestrutura. Ele ressalta também que ainda há uma grande nebulosidade em torno do que é realmente a I4.0, e qual é a mudança disruptiva que representa a quarta revolução industrial.

A Indústria 4.0 pode agregar valor a toda a cadeia organizacional, a partir de mudanças que afetarão diversos níveis dos processos produtivos, como a manufatura, o projeto, os produtos, as operações e os demais sistemas relacionados à produção (FIRJAN, 2016 apud PEREIRA; SIMONETTO, 2018, p.2).

Dessa forma, a estrutura da Indústria 4.0 pode ser vista como um conjunto de CPS (Sistemas Ciber-Físicos), pessoas e fábricas inteligentes, interagindo entre si, utilizando recursos da Internet dos Serviços e da Internet das Coisas, que, por sua vez, estão sobre a Internet. (PEREIRA; SIMONETTO, 2018, p.5). A Fig. 1 resume essa estrutura.

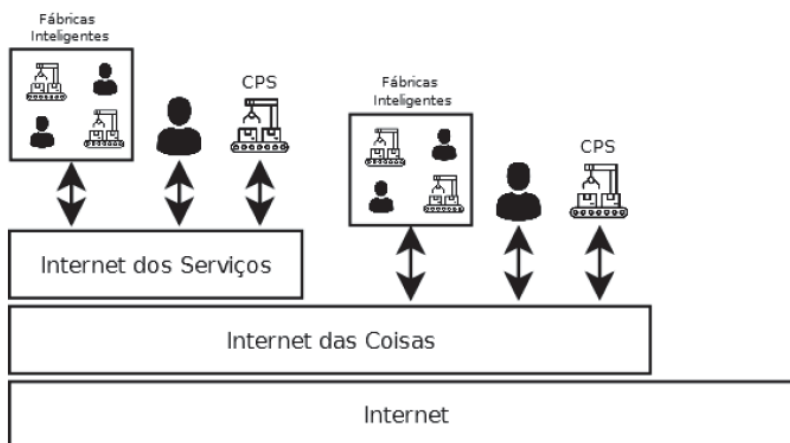


Figura 1. Estrutura da Indústria 4.0 (PEREIRA; SIMONETTO, 2018, p.5)

Na visão de Silveira e Lopes (2016), a Indústria 4.0 é uma realidade que se torna possível devido aos avanços tecnológicos da última década, aliados às tecnologias em desenvolvimento nos campos de tecnologia da informação e engenharia. As mais relevantes são:

- Internet das coisas (Internet of Things – IoT): Consiste na conexão em rede de objetos físicos, ambientes, veículos e máquinas por meio de dispositivos eletrônicos embarcados que permitem a coleta e troca de dados. Sistemas que funcionam a base da Internet das Coisas e são dotados de sensores e atuadores são denominados de sistemas Cyber-físicos, e são a base da Indústria 4.0;

- Big Data Analytics: São estruturas de dados muito extensas e complexas que utilizam novas abordagens para a captura, análise e gerenciamento de informações. Aplicada à Indústria 4.0, a tecnologia de Big Data consiste em 6Cs para lidar com informações relevantes: Conexão (à rede industrial, sensores e CLPs), Cloud (nuvem/dados por demanda), Cyber (modelo e memória), Conteúdo, Comunidade (compartilhamento das informações) e Customização (personalização e valores);

- Segurança: Um dos principais desafios para o sucesso da quarta revolução industrial está na segurança e robustez dos sistemas de informação. Problemas como falhas de transmissão na comunicação máquina-máquina, ou até mesmo eventuais “engasgos” do sistema podem causar transtornos na produção. Com toda essa conectividade, também serão necessários sistemas que protejam o know-how da companhia, contido nos arquivos de controle dos processos.

2.2. Realidade Aumentada (R.A.)

De acordo com Albertin (2017, p.5), a tecnologia de Realidade Aumentada surgiu para revolucionar a maneira como os seres humanos interagem com as máquinas (e as máquinas com os seres humanos). Isto vai de encontro com as ideias de Azuma (1997, p.5), quando disse que a R.A. permite que o usuário veja o mundo real, com objetos virtuais sobrepostos ou compostos com o mundo real.

Albertin (2017, p.5) explica que com a adequação das indústrias na realidade de Indústria 4.0, cada vez mais tarefas e procedimentos em postos de trabalhos manuais são aumentados por algum tipo de componente digital e o uso da realidade aumentada ajuda a criar uma interface entre os colaboradores e os produtos digitais, criando assim postos de trabalho interativos. Ele acrescenta ainda que a R.A. pode ser empregada para aumentar a produtividade em quase todas as atividades do setor fabril, desde atividades básicas no chão de fábrica até suporte para processos de manutenção e treinamento.

2.3. Armazenamento em Nuvem

Segundo Zeng et al. (2009), o armazenamento em nuvem é um dos serviços que fornecem recursos e serviços de armazenamento com base nos servidores de armazenamento remoto com base na computação em nuvem. Os autores acrescentam ainda que é um sistema de serviço de armazenamento de cooperação com vários dispositivos, muitos domínios de aplicação e muitas formas de trabalho.

As empresas já estão usando software baseado em nuvem para alguns aplicativos corporativos e de análise, mas com a Indústria 4.0, mais empreendimentos relacionados à produção exigirão maior compartilhamento de dados entre sites e divisões da empresa. Ao mesmo tempo, o desempenho das tecnologias em nuvem melhorará, alcançando tempos de reação de apenas alguns milissegundos. Como resultado, os dados e a funcionalidade da máquina serão cada vez mais implantados na nuvem, permitindo mais serviços orientados a dados para os sistemas de produção. (RÜBMANN et al. 2015).

2.4. Engenharia Reversa (ER)

A aplicação da Engenharia reversa em um processo consiste em se produzir novas peças, produtos ou ferramentas a partir de modelos ou componentes existentes. Sua principal aplicação está relacionada à atividade industrial. A busca pelo aumento da competitividade gera a necessidade cada vez maior de se reduzir tempos e custos, sem comprometer a qualidade do produto. Neste contexto, a Engenharia Reversa entra como uma das tecnologias que possibilitam tornar os sistemas produtivos mais ágeis e flexíveis. (PEREIRA, 2007, p.23)

Silva et al. (2005) esclarecem que a ER contribui para a homologação de produtos, utilizando como referência produtos consolidados no mercado alvo, que posteriormente são avaliados através do processo de ER, minimizando assim os recursos a serem alocados no processo de certificação. Os autores também acrescentam que a utilização da ER busca obter como resultado final o desenvolvimento de um produto suficientemente próximo do produto já conhecido no mercado, mas suficientemente diferente, tendo em vista eventuais melhoramentos, adequações ou otimizações; utilizar um produto consolidado no mercado como ponto de partida, como feito na ER, diminui o risco de falhas nos projetos.

2.5. Trocador de calor industrial

Para melhor compreensão da importância deste trabalho, faz-se necessário definir o que é um trocador de calor, também comumente designado como serpentina evaporadora, evaporador ou aletado. Na visão de Mattjie e Ristof (2013, p.15), um trocador de calor pode ser definido como sendo um dispositivo utilizado para a realização da troca térmica entre dois ou mais fluidos de temperaturas diferentes. Os autores complementam que em processos industriais são encontradas várias formas para a transferência de calor. O trocador de calor aquece ou esfria um determinado fluido e isso é de suma importância para a eficiência do processo como um todo.

De acordo com Kreith (1977, apud Marrjie e Ristof, 2013, p.16), existem três fases iniciais para um projeto de trocador de calor:

- A análise térmica – essa fase do projeto visa primordialmente a determinação da área de troca de calor requerida para transmitir o calor, numa determinada quantidade por unidade de tempo, dadas as velocidades de escoamento e as temperaturas dos fluidos;
- O projeto mecânico preliminar – esta fase envolve considerações sobre as pressões e temperaturas de operação, as características corrosivas de um ou ambos os fluidos, as expansões térmicas relativas e as consequentes tensões térmicas, além da relação do trocador de calor com os demais equipamentos;
- O projeto de fabricação – requer a tradução das características e dimensões físicas em uma unidade que possa ser construída a um baixo custo. A seleção dos materiais, vedações, invólucros e arranjos mecânicos devem ser feitos, e os processos de fabricação devem ser especificados.

A Fig. 2 esquematiza três tipos de trocadores de calor tubo aletado, salientando que o tipo utilizado nos projetos deste estudo é o com aleta retangular e tubo circular (b).

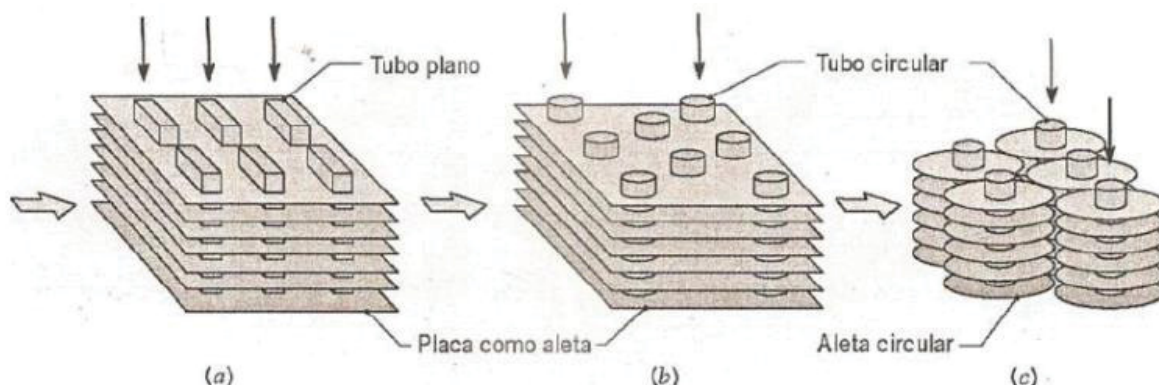


Figura 2. Tipos de trocador de calor de aletas (INCROPERA; DEWITT, 1998)

2.6. Processos Industriais: o Ciclo PDCA

Para Simões e Ribeiro (2005, p.2), resolver um problema requer uma análise apurada de dados e informações que possibilitem uma ação eficaz. Também acrescentam que o ciclo PDCA é umas das ferramentas da qualidade que buscam melhorar os resultados ajudando a encontrar as causas que originam um problema e movimentar uma ação eficaz para sua solução, e complementam que esse método de análise indica a maneira como uma ação deve ser realizada e o que deve ser seguido para que as metas sejam alcançadas.

A Fig. 3 mostra um resumo das etapas do ciclo e o que deve ser feito em cada uma delas.



Figura 3. Representação esquemática do Ciclo PDCA. Disponível em: <<https://www.aplconsultores.org/single-post/2019/09/07/PDCA-Uma-Ferramenta-de-promo%C3%A7%C3%A3o-de-melhoria-cont%C3%ADnua>>. Acesso em: 15 Jun. 2020

3. METODOLOGIA

Segundo Prodanov e De Freitas (2013, p.14), a Metodologia é a aplicação de procedimentos e técnicas que devem ser observados para construção do conhecimento, com o propósito de comprovar sua validade e utilidade nos diversos âmbitos da sociedade.

Esta pesquisa está fundamentada no método hipotético-dedutivo, que se inicia com um problema ou uma lacuna no conhecimento científico, passando pela formulação de hipóteses e por um processo de inferência dedutiva, o qual testa a

predição da ocorrência de fenômenos abrangidos pela referida hipótese (PRODANOV; DE FREITAS, 2013, p.32). Partindo desta definição, uma das premissas será adotar que o problema é conhecido, os mecanismos de trabalho serão referenciados da literatura, dos conhecimentos adquiridos pela equipe de trabalho ou por experiências observadas na indústria. A comprovação dar-se-á por meio de aplicação prática no chão de fábrica, mensurando, analisando e quantificando os ganhos de desempenho e de produção, para averiguar se a solução do problema está dentro do escopo do projeto previamente idealizado.

4. DESCRIÇÃO DO CASO

Serão apresentados três trabalhos desenvolvidos, ou em desenvolvimento, para uma indústria de equipamentos de refrigeração industrial da cidade de Curitiba, Paraná:

- Elaboração de um software seletor de trocadores de calor para expositores refrigerados, a partir de uma base de dados existente;
- Projeto de produto e linha de produção de forçadores de ar para câmaras frigoríficas;
- Aplicação de Realidade Aumentada (R.A.) para identificação de falhas de montagem.

4.1. Software seletor de trocador de calor

Com a crescente demanda do setor supermercadista no Brasil, estão em evidência algumas oportunidades a serem avaliadas para o setor de desenvolvimentos de equipamentos de refrigeração industrial:

- A crescente personalização dos produtos exigida pelos empresários do setor, principalmente o supermercadista;
- A rapidez com que a concorrência está conseguindo acompanhar as tendências de mercado;
- O crescente número de possibilidades de combinações de tecnologias de refrigeração;
- Exigências ambientais com relação à emissão de gases poluentes;
- Novas tecnologias desenvolvidas.

Os trocadores de calor fazem parte dos expositores de produtos resfriados e congelados, que são os produtos finais da empresa. No contexto apresentado anteriormente, são grandes as opções de trocadores de calor para um mesmo expositor. No início das definições para a linha de produtos atual, foi determinado um padrão de combinação (fluidos refrigerantes, componentes, fornecedores etc.) a ser cadastrado no sistema de gestão empresarial (ERP), para posterior inserção no software de configuração do expositor. As demais combinações seriam entendidas como especiais, cadastradas sob demanda de mercado ou solicitações dos clientes. A Fig. 4 mostra as opções padrão para um determinado expositor.



Figura 4. Configurações padrão definidas

Neste caso, a quantidade de cadastros de trocador de calor Ck é igual à quantidade de combinações dessas opções. São dois grupos de expositores que utilizam os trocadores, para produtos resfriados e para produtos congelados. A Eq. (1) foi utilizada para se obter a quantidade de cadastros possíveis:

$$Ck = Fl \times Mv \times St \times Mm \times Mc \quad (1)$$

onde Fl é a quantidade de fluidos, Mv é a quantidade de modelos de válvulas de expansão, St é a quantidade de opções de saída da tubulação de refrigeração, Mm é a quantidade de modelos de micromotor por fabricante e Mc é a quantidade de materiais para fabricação das carenagens do trocador de calor.

Utilizando as opções padrão iniciais, a quantidade de cadastrados seria:

Expositores Resfriados: $Ck = 3 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \therefore Ck = 3$

Expositores Congelados: $Ck = 2 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \therefore Ck = 2$

Isto quer dizer que, para cada modulação, teriam três trocadores no sistema de Resfriados e dois no de Congelados. Mas com o aumento da demanda por opções diferentes das iniciais, o mesmo aconteceu com o volume de cadastros para os quais o sistema não foi parametrizado. Para que as novas opções sejam disponibilizadas automaticamente, todos os modelos de expositores devem ter todas as opções cadastradas no ERP e inclusas no configurador do expositor. A Fig. 5 mostra as opções que atualmente são solicitadas:

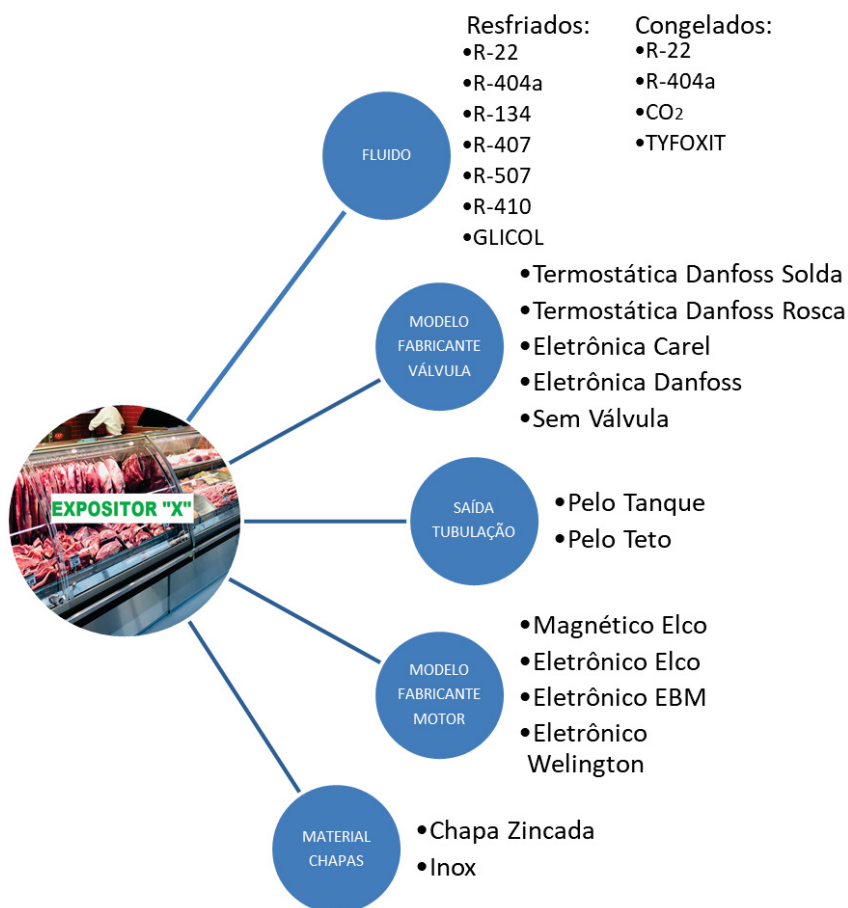


Figura 5. Configurações ideais do sistema

Excluindo a opção de fluido Glicol e Tyfoxit, que não possuem válvula de expansão, a quantidade de trocadores para cadastro em um expositor normal seria:

Expositores Resfriados: $Ck = 7 \times 5 \times 2 \times 4 \times 2 \therefore Ck = 560$

Expositores Congelados: $Ck = 4 \times 5 \times 2 \times 4 \times 2 \therefore Ck = 320$

Alguns expositores não possuem essa quantidade de variações, por causa das características de projeto (ex.: saída da tubulação obrigatória pelo teto do expositor), mas mesmo assim esse número é bem maior do que os inseridos inicialmente.

Atualmente a empresa possui mais de 400 produtos e modulações e, somado às justificativas acima, surgiu a necessidade de se obter uma alternativa de busca e seleção de trocadores, e identificação dos que não possuem cadastro.

Como modelo de gestão do projeto e para que as ações fossem as mais assertivas e eficientes, utilizou-se para organização do trabalho as etapas propostas pelo ciclo PDCA.

O escopo do projeto foi definido após a aplicação de um Brainstorming rápido entre as equipes, especificando-se o problema, as premissas, as características, os desejos e os recursos disponíveis. O próximo passo foi pontuar as dificuldades atuais e possíveis soluções. Foram indicados:

- Instabilidades no sistema ERP, nos computadores dos colaboradores e na rede interna;
- Acesso ao banco de dados limitado, por ser um sistema obsoleto e sem suporte externo;
- Solução deverá ser simples no uso e minimizar falhas operacionais;
- Utilizar preferencialmente recursos e softwares existentes na empresa para redução de custos do projeto.

Identificou-se que seria essencial o acesso ao banco de dados, seja de maneira dinâmica ou estática. Para não precisar acionar o setor de Tecnologia da Informação (TI), para a obtenção dos dados utilizou-se uma função existente no ERP, gerando um modelo de relatório no formato “txt” para Excel. Foi definido um nome padrão e um local de rede específico para esse projeto, incluindo o banco de dados estático, de atualização manual a ser executada uma vez por dia, ou gerando um novo arquivo manualmente.

Para o tratamento dos dados utilizou-se o software Excel 365 incluído no pacote Microsoft 365, e para filtrar somente as informações necessárias do banco de dados utilizou-se o editor de consultas Power Query para Excel 365. Conforme mostra a Fig. 6, os dados na primeira coluna referem-se ao código de cadastro, e na segunda coluna é a descrição.

Column1	Column2
1270231	KIT TC VHIC 250MT R22 DST00 E
1270261	KIT TC VC6P 250M R22 DST00E AE
1270300	KIT TC VS6P-4 T360 R22DST0N AE
1270531	KIT TC VH18 250 SUP R22 DST1E
1270532	KIT TC VH18 250 INF R22 DST0E
1270570	KIT TC VS6-4D 250 R22DST02E AE

Figura 6. Banco de dados estático obtido do sistema ERP

São oito as opções que definem uma aplicação de um trocador de calor, mas essas características não são inseridas no ERP, a não ser por meio da descrição. Como o campo de descrição comporta apenas 30 caracteres, e a busca do sistema reconhece apenas os dez primeiros caracteres, um filtro direto do ERP não seria eficaz. A inserção dos parâmetros de cada um na planilha foi feita de forma manual.

Os três primeiros parâmetros (Produto, Temperatura e Dimensão) tem a função de identificação do expositor que pode utilizar o aletado. Na Fig. 7 pode-se perceber que o código se repete para diferentes expositores.

CÓDIGO	DESCRIÇÃO DO TROCADOR	PRODUTO	TEMPERATURA	DIMENSÃO
1270300	KIT TC VS6P-4 T360 R22DST0N AE	VS6P	4	T360
1272034	KIT TC VSK-20 3P R404 VEC09S E	VSK	-20	3P-2250
1272034	KIT TC VSK-20 3P R404 VEC09S E	VHK	-20	3P-2250
1272057	KIT TC VSK-18 3P CO2 S/VA E TE	VSK	-18	3P-2250
1272057	KIT TC VSK-18 3P CO2 S/VA E TE	VHK	-18	3P-2250
1272057	KIT TC VSK-18 3P CO2 S/VA E TE	VSKY	-18	3P-2250

Figura 7. Parâmetros de identificação do expositor

Os cinco parâmetros seguintes (fluido refrigerante, tipo de tubulação, válvula de expansão, micromotor e chaparia) são os que diferenciam cada trocador, mostrados na Fig. 8.

FLUIDO REFR.	TIPO DE TUBULAÇÃO	VÁLVULA DE EXPANSÃO	MICROMOTOR	CHAPARIA
R22 / R407	NORMAL (PADRÃO)	TERMOSTÁTICA (PADRÃO)	ELETRÔNICO ELCO (AE)	ZINCADO (PADRÃO)
R404-A / R507 / HP81	NORMAL (PADRÃO)	ELETRÔNICA CAREL	MAGNÉTICO ELCO (PADRÃO)	ZINCADO (PADRÃO)
R404-A / R507 / HP81	NORMAL (PADRÃO)	ELETRÔNICA CAREL	MAGNÉTICO ELCO (PADRÃO)	ZINCADO (PADRÃO)
R744 CO2 - SUBCRÍTICO	AÉREA	SEM VÁLVULA	MAGNÉTICO ELCO (PADRÃO)	ZINCADO (PADRÃO)
R744 CO2 - SUBCRÍTICO	AÉREA	SEM VÁLVULA	MAGNÉTICO ELCO (PADRÃO)	ZINCADO (PADRÃO)
R744 CO2 - SUBCRÍTICO	AÉREA	SEM VÁLVULA	MAGNÉTICO ELCO (PADRÃO)	ZINCADO (PADRÃO)

Figura 8. Parâmetros de identificação do trocador de calor

Nessa etapa de inserção, verificou-se a necessidade de alertar para qualquer duplicidade de codificação. Portanto, utilizaram-se regras de formatação para que as linhas repetidas ficassem em evidência, como aparece no exemplo da Fig. 9.

VSKY-183P-2250R744 CO2 - SUBCRÍTICOAÉREASEM VÁLVULAMAGNÉTICO ELCO (PADRÃO)ZINCADO (PADRÃO)
VHK-184P-3000R744 CO2 - SUBCRÍTICOAÉREASEM VÁLVULAMAGNÉTICO ELCO (PADRÃO)ZINCADO (PADRÃO)
VHK-184P-3000R744 CO2 - SUBCRÍTICOAÉREASEM VÁLVULAMAGNÉTICO ELCO (PADRÃO)ZINCADO (PADRÃO)
VSKY-184P-3000R744 CO2 - SUBCRÍTICOAÉREASEM VÁLVULAMAGNÉTICO ELCO (PADRÃO)ZINCADO (PADRÃO)
VH6P01250GLICOLAÉREAN.A.MAGNÉTICO ELCO (PADRÃO)ZINCADO (PADRÃO)

Figura 9. Exemplo de visualização quando parâmetros repetidos são inseridos

A primeira validação do modelo foi feita no próprio Excel. Construiu-se utilizando Macros, funções e efeitos visuais para selecionar todos os oito parâmetros de projeto (indicados na parte superior em azul da Fig. 10). Na tela final são exibidos o código e a descrição obtidos do banco de dados (se o código for encontrado), ou avisos e alertas para que seja refeita a busca ou solicitado cadastro de um novo item no ERP (exemplo na Fig. 11).

INICIO	PRODUTO	TEMPERATURA	DIMENSÃO	FLUIDO	TUBULAÇÃO	VÁLVULA	MICROMOTOR	CHAPARIA	FIM
	VC6	0	1250	R22 / R407	NORMAL (PADRÃO)	TERMOSTÁTICA (PADRÃO)	MAGNÉTICO ELCO (PADRÃO)	ZINCADO (PADRÃO)	CONCLUÍDO

AVISOS: SELECIONAR MICROMOTOR ELETRÔNICO WELINGTON

MODELO: VC6

SE JÁ ESTIVER CORRETO: 



PRODUTO:

- SELECIONE O MODELO DO EXPOSITOR NA CAIXA DE SELEÇÃO AO LADO;
- SE O EVAPORADOR SOLICITADO FOR PADRÃO DE PLANILHA, PROVAVELMENTE ELE APARECERÁ COMO "DESENVOLVER. UTILIZE O SIP OU AS PLANILHAS DE PRODUTO;
- NA GUIA SUPERIOR SÃO APRESENTADOS OS ÚLTIMOS PARÂMETROS DE SELEÇÃO UTILIZADOS. SE JÁ ESTIVEREM CORRETOS, E NENHUM AVISO APARECER, CLICAR NO BOTÃO "CONCLUÍDO".

Figura 10. Planilha simulando a seleção dos parâmetros de projeto

INICIO	PRODUTO	TEMPERATURA	DIMENSÃO	FLUIDO	TUBULAÇÃO	VÁLVULA	MICROMOTOR	CHAPARIA	FIM
	VC6	0	1250	R22 / R407	NORMAL (PADRÃO)	TERMOSTÁTICA (PADRÃO)	MAGNÉTICO ELCO (PADRÃO)	ZINCADO (PADRÃO)	

LISTA:

CÓDIGO	DESCRIÇÃO
DESENVOLVER	#N/D

SELECIONAR MICROMOTOR ELETRÔNICO WELINGTON									

<<

Figura 11. Relatório final da planilha

As funcionalidades validadas na planilha foram as seguintes:

- Informações e avisos de erro de seleção;
- Visualização a qualquer momento dos parâmetros selecionados/a selecionar;
- Para que o utilizador não precise parar todo momento para anotar os códigos, criou-se uma lista (limitada a 12 códigos), para ser utilizada em outros softwares, e-mail ou impressão;
- Se o código não for localizado com os parâmetros informados, desenvolveu-se uma nova lista para ser enviada por e-mail. Por meio de uma programação, os itens inseridos na lista são automaticamente enviados para um grupo de pessoas responsáveis por cadastrar no ERP.

Atendendo a todas as necessidades, a planilha já solucionaria o problema. Contudo, surgiram algumas dificuldades:

- O arquivo ficou muito demorado para ser aberto;
- Nem todos os computadores tem acesso a Macros do Excel, onde algumas programações foram inseridas;
- Algumas listas não foram impressas corretamente em alguns computadores.

Para aprimoramento dessas questões, decidiu-se utilizar a plataforma online Powerapps da Microsoft para o desenvolvimento de um software que, além de todas as funcionalidades desejadas, não apresentasse as oportunidades anteriores. A escolha desse software foi fundamentada nas seguintes características:

- Requerer poucos conhecimentos em programação;
- Incluído no pacote de softwares do Microsoft 365 e integrado a diversos softwares, banco de dados, programas de e-mail, inclusive o Excel;
- Acesso online de qualquer computador com Sistema Operacional da Microsoft;
- Possibilidade de hospedar o software para todos os colaboradores de uma só vez, por meio de uma conta corporativa existente.

A Fig. 12 apresenta a sequência de três telas da versão protótipo do software a ser sugerido a aquisição pela empresa, na versão para celular. Os dados continuam sendo estáticos e os parâmetros cadastrados em planilha, mas pelo fato do software retirar as informações para seu banco de dados interno, ficou mais ágil e sem falhas, tanto no celular quanto no computador.

CONFIGURADOR DE KITS EVAPORADOR

INICIAR

TEMPERATURA ✓

SELECIONAR MICROMOTOR ELETRÔNICO WELINGTON

- SELECIONE A TEMPERATURA DE TRABALHO DO EXPOSITOR;
 - NA GUIA SUPERIOR SÃO APRESENTADOS OS ÚLTIMOS PARÂMETROS DE SELEÇÃO UTILIZADOS. SE JÁ ESTIVEREM CORRETOS, E NENHUM AVISO APARCER, CLICAR NO BOTÃO 'CONCLUÍDO'.

MODELO	TEMP.	DIM.	FLUIDO
VC6	---	---	---
TUBULAÇÃO	VÁLVULA		
---	---		
MICROMOTOR	CHAPARIA		
---	---		

RESULTADO

CÓDIGO

DESCRIÇÃO EVAPORADOR

SEM AVISOS

INCLUIR OBSERVAÇÕES:

Solicitar Código

PROD.	°C	DIM	FLUIDO	TUB	VALV	MICRO	CHIP
Não foi possível localizar dados para mostrar no momento							

Figura 12. Versão protótipo do software selecionador de trocadores de calor

4.2. Forçadores de ar para câmaras frigoríficas – início do projeto de produto e processos

Algumas características importantes de uma indústria eficiente é conseguir produzir mais, com qualidade e com os mesmos recursos ou com menos. Em alguns casos, investimentos em tecnologia devem ser considerados para que objetivos sejam alcançados. Esse é o caso de uma das linhas de produção da empresa, onde a capacidade produtiva está limitada ao processo e equipamentos existentes.

O trabalho a ser executado, em uma primeira etapa, é desenvolver o projeto de forçadores de ar para câmaras frigoríficas e o projeto de uma linha automatizada, utilizando equipamentos existentes, equipamentos em fase de aquisição e equipamentos/dispositivos novos, se necessário.

Como premissas de projeto utilizou-se a técnica de Engenharia Reversa. Diversas soluções inseridas nos produtos adquiridos pela empresa provem de oportunidades relatadas em campo e necessidades de aplicação. Sendo assim, para entender melhor algumas particularidades dos produtos, foram feitas reuniões com a Engenharia de Instalações e demais colaboradores, definindo-se um escopo do projeto, no formato semelhante ao da Fig. 13.

ESCOPO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS


PROJETO	
FORÇADORES DE AR	
	
SOLICITANTE	
DATA DE INÍCIO	
PROJETISTAS	
PARTICIPANTES NO PROJETO	
1 - REQUISITOS DO PROJETO	
2 - NECESSIDADES DO CLIENTE	
2.1 – MODELO/ DESIGN:	
2.2 – ACESSÓRIOS/ CONFIGURAÇÕES:	
2.3 – OBSERVAÇÕES	
2.4 – PRINCIPAIS CONCORRENTES:	
3 - PONTOS CRÍTICOS	
4 - PREMISSAS	
5 - OBSERVAÇÕES NO DESENVOLVIMENTO	
6 - HISTÓRICO DO PROJETO	

Figura 13. Exemplo de estrutura de escopo de projeto

O detalhamento visual do produto será executado com o software SolidWorks, da empresa 3DS. Os protótipos a serem fabricados serão dois modelos: Forçador Cúbico resfriados para fluido refrigerante Glicol; e Forçador Cúbico congelados para fluido refrigerante R-22/R-404a/R-507/R-402. Um desenho esquemático de um forçador de ar é mostrado na Fig. 14.

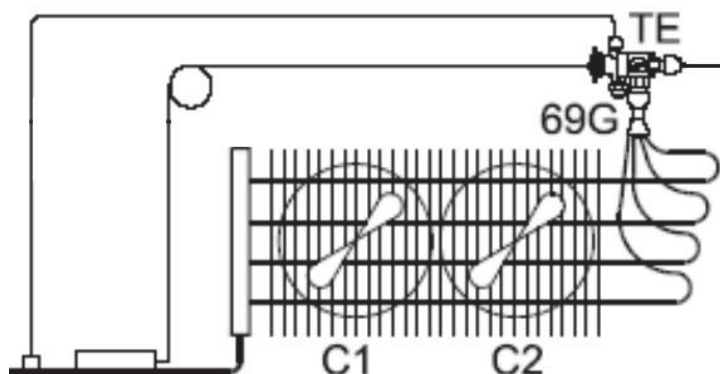


Figura 14. Desenho esquemático de um forçador de ar. Disponível em: https://wiki.sj.ifsc.edu.br/wiki/images/b/ba/Selecao_de_componentes.pdf. Acesso em: 05 Jul. 2020

Neste trabalho não serão apresentados os desenvolvimentos dos projetos e os produtos finais. Contudo, a próxima etapa é desenvolver a linha de produção. Para isso utilizou-se como referência a linha de produção de trocadores de

calor existente. O Layout proposto é mostrado na Fig. 15, e detalhado na sequência, de acordo com a identificação no layout.

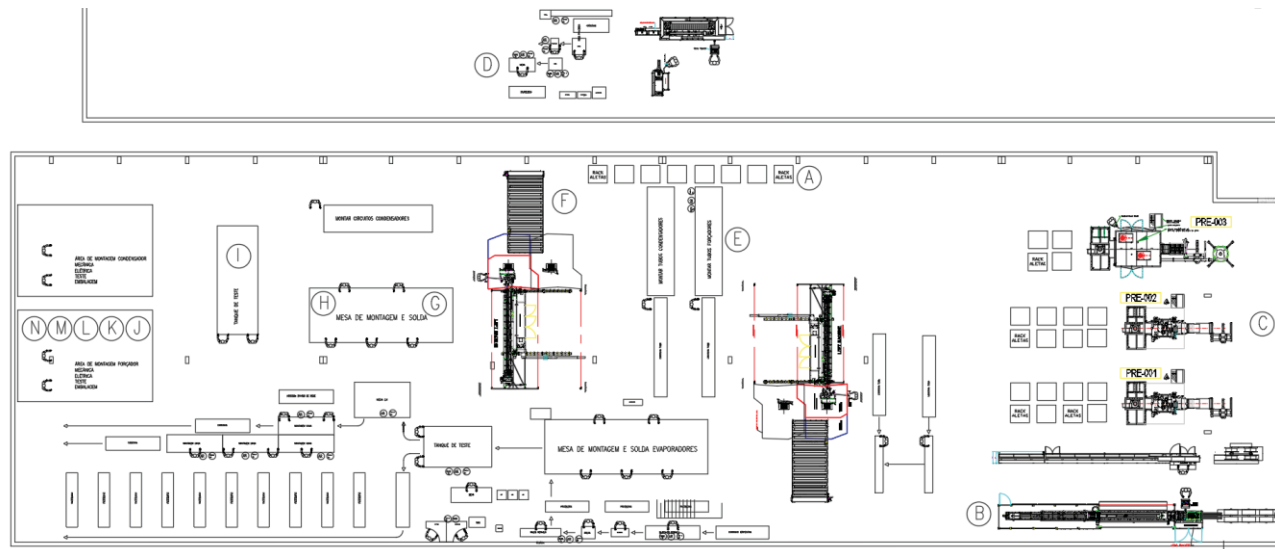


Figura 15. Layout proposto com a nova linha de forçadores de ar

Os elementos que compõem esse tipo de equipamento devem conter as seguintes etapas de fabricação (pontos indicados no layout):

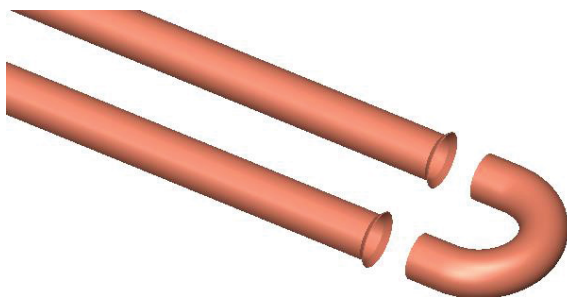
- A. Estampagem e armazenamento das aletas: definiu-se o local de armazenamento, pois a estamparia é existente;
- B. Corte e dobra dos tubos do aletado: equipamento novo, inserido ao lado do equipamento de corte de tubos atual;
- C. Corte e dobra das peças da carenagem: setor de estamparia existente;
- D. Corte, dobra e solda das conexões de cobre: setor existente. Deve-se aumentar um posto de trabalho, instalar equipamento de corte e dobra tridimensional e equipamento para produção de curvas de cobre (já adquiridos), para diminuição de possível gargalo de produção.

Com relação ao processo de produção, deve-se seguir as seguintes etapas e fluxos de trabalho:

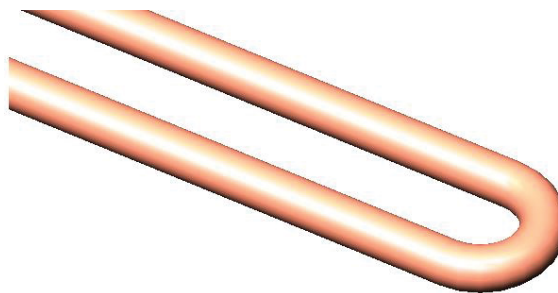
- E. Montagem dos tubos, aletas, cabeceiras e carenagem: inserido posto de trabalho com bancada fixa no início da linha de produção;
- F. Expansão dos tubos do aletado: equipamento novo a ser instalado após a bancada de montagem nova, no início da linha rotativa automatizada;
- G. Brasagem das curvas de fechamento dos circuitos de refrigeração: primeiro posto de trabalho da linha automatizada, semelhante ao da linha de trocadores atual;
- H. Brasagem das demais conexões de cobre e válvula de expansão: posto de trabalho no final da linha;
- I. Tanque de testes de vazamentos por imersão em água: será utilizado o tanque existente de condensadores remotos;
- J. Montagem dos microventiladores: localizado em uma nova célula, em uma bancada de teste elétrico e mecânico;
- K. Fixação dos micromotores na carenagem: mesma bancada anterior;
- L. Fixação dos chicotes elétricos, resistores de degelo, termostatos: mesma bancada anterior, com testes elétricos e mecânico;
- M. Teste elétrico final; na mesma célula anterior;
- N. Embalagem e estocagem: Posto de trabalho existente da linha de Condensadores Remotos.

Como referência, a linha de trocadores atual tem capacidade de produção de 100 peças/dia. Na nova linha, com a implantação dos novos equipamentos, espera-se um incremento de 70% na produção. Segue abaixo as melhorias de processo e componentes:

- O tubo de cobre do trocador atual é desbobinado e cortado reto, o que faz com que no forçador tenha que ser soldado curvas dos dois lados para fazer os fechamentos dos circuitos. Com o equipamento novo de corte e dobra, o tubo já é confeccionado com curva em um dos lados. Isso reduzirá a quantidade de pontos de solda e curvas, conforme mostra a Fig. 16;



TUBO E CURVA SOLDADA



TUBO CURVADO

Figura 16. Processo atual de brasagem das curvas e processo novo com tubo já curvado

- O processo atual de expansão dos tubos é feito por meio de esferas de aço. Elas atravessam o tubo por meio de pressurização à água, um tubo por vez. O equipamento adquirido trabalha com expansão por varetas que, além de expandir oito tubos por vez, elimina o posto de secagem da água residual dos tubos, que é prejudicial para o sistema de refrigeração. O novo equipamento diminui os riscos de afastamento por lesões dos colaboradores, pois o cabeçote é preso ao equipamento, o atual utiliza dispositivo de expansão suportado por balancim (ver Fig. 17);

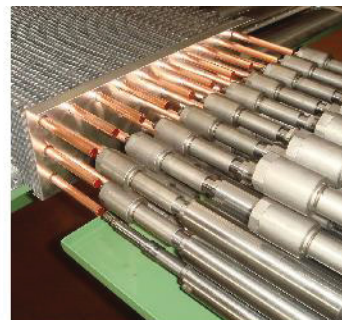


Figura 17. Exemplo de equipamentos de expansão: esfera x vareta (disponíveis em http://www.primec.com.br/site/?page_id=74 e <https://www.cms-italy.com/en/horizontal-expander-mocn.html>, respectivamente. Acesso em 11/07/2020)

- Linha de produção pode ser utilizada para montagem dos equipamentos atuais, por possuírem as mesmas configurações;
- Aletas foram padronizadas por aplicação, o que deve melhorar o trabalho da estamparia e organizar o estoque;

4.3. Realidade Aumentada na identificação de falhas de montagem de circuitos

Algumas oportunidades detectadas em obra relatam a não passagem de fluido refrigerante dentro do evaporador, geralmente no startup da refrigeração da obra. Isso causa uma série de problemas, desde reparos em obra até o envio de uma nova peça para substituição, que na maioria dos casos requerem tempo e um alto conhecimento técnico.

Uma das causas mais comum desses problemas é o erro de brasagem das curvas. O teste que é feito na linha de produção, esquematizado na Fig. 18, além de ser demorado, não consegue identificar todos os erros. Consiste em colocar ar comprimido a baixa vazão (para não soltar as curvas, que ainda não foram soldadas) em uma extremidade do circuito, e com uma das mãos averiguar se está saindo ar na outra extremidade.

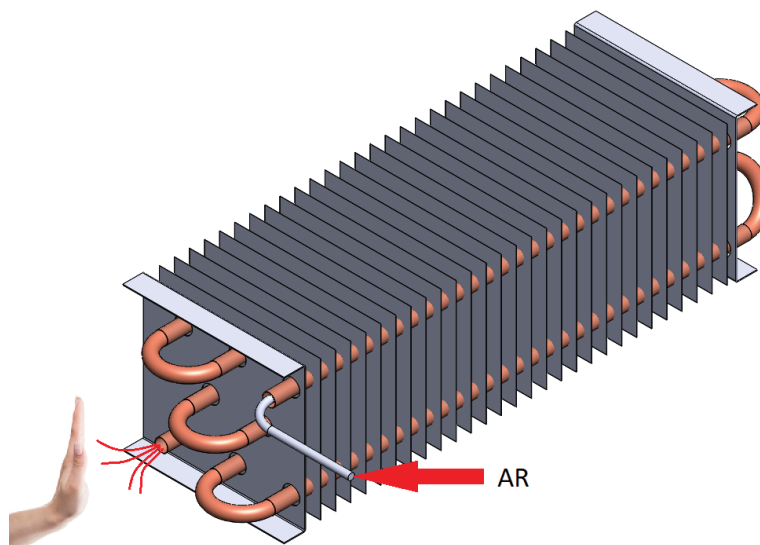


Figura 18. Desenho esquemático do teste de circuitos

A Fig. 19 apresenta um trocador de calor que ocorreu inversão de algumas curvas na produção, mas que passou no teste, pois não ocasionou “curto circuito” ficando metade das curvas sem refrigeração.

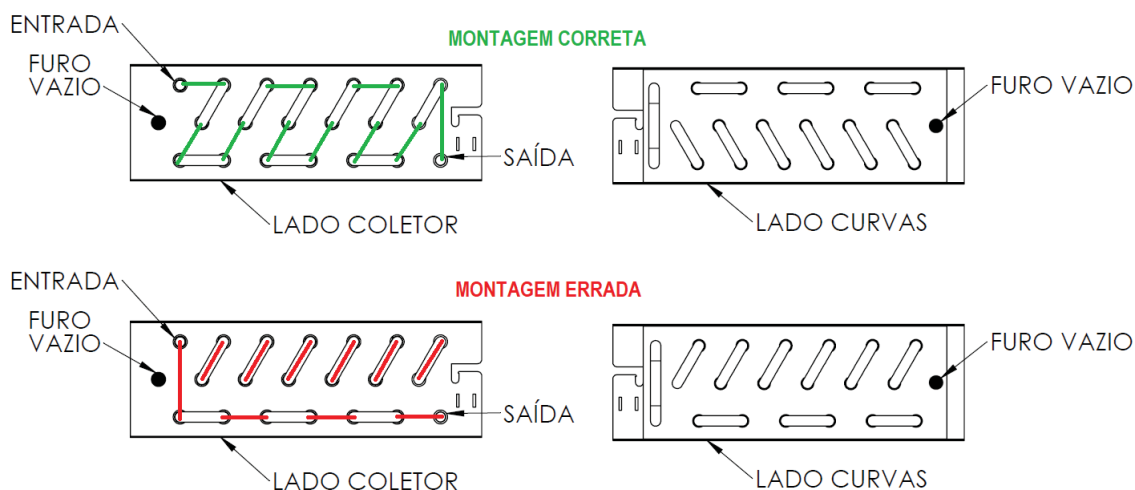


Figura 19. Exemplo de uma montagem de circuito correta e uma errada (que passou nos testes)

Outros tipos de testes foram avaliados nos últimos anos, mas a maioria precisaria que as curvas já estivessem fixadas e a exigência de grandes instalações, atmosfera controlada entre outros detalhes que inviabilizaram a implantação.

Atualmente os projetos são impressos em folha A4 atrás da ordem de produção, e neles a montagem das curvas está identificado como “Lado Coletor” e “Lado Curvas”. Lado coletor é onde as conexões de refrigeração são colocadas, portanto é a entrada e a saída dos circuitos onde os testes são feitos, e o lado curvas é o retorno da refrigeração. A Fig. 19 apresenta um exemplo dessa indicação. Como os detalhes às vezes ficam pequenos por causa do tamanho da folha, pode ser um dos motivos pelo qual as curvas são montadas invertidas.

A ideia de utilização da tecnologia de Realidade Aumentada na inspeção dos circuitos iniciou-se a partir de um exemplo de aplicação na indústria automotiva, onde se utilizam tablets para orientação do colaborador da posição dos componentes que deveriam ser verificados naquele posto de trabalho, utilizando a câmera do aparelho.

A empresa já possui a experiência em utilização de tablets (conectados a um serviço na internet, armazenado os dados em nuvem) no setor de Controle de Qualidade, para registro de não conformidades, condição de saída dos produtos e registro fotográfico de componentes críticos e acessórios. Com os dados obtidos conseguiu-se melhorar a qualidade em diversos setores da empresa, sendo também um dos objetivos esperados na aplicação da tecnologia de R.A.

Após elaborar os custos estimados do projeto, com todos os recursos necessários, cronograma de implantação, mark-up de venda, retorno do investimento entre outros que não serão discutidos nesse projeto, as atividades a serem executadas para o desenvolvimento desse projeto são as seguintes:

- Desenvolvimento do software de R.A. e validação;

- Preparar todos os desenhos dos trocadores, separando em lado coletor e lado curva, salvar na rede interna da empresa e cadastrar os códigos em um banco de dados;

- Testar na infraestrutura da empresa (rede móvel, segurança, velocidade de transferência de dados).

O roteiro de utilização do software deve ser o mais próximo do idealizado, conforme abaixo:

- Utilização de dois tablets, um para cada lado da linha;

- O software deve comparar o código de barras da ordem de produção com o código de barras do trocador. Se estiver correto, nos dois tablets aparecerão o desenho 2D das curvas para iniciar a montagem das curvas;

- Após a montagem, o operador deve executar um comando que inicia o processo de Realidade Aumentada para a sincronia das curvas em 3D com a peça física;

- Se o processo anterior for executado com sucesso nos dois dispositivos (aparecer destacado, conforme exemplo da Fig. 20), o número de série é registrado no banco de dados. Se estiver errado, faz-se a correção e inicia-se o processo. Esse evento também é registrado no banco de dados;

- O software reinicia o processo para receber novos códigos de barras da próxima peça.

Os relatórios podem ser gerados diariamente, semanalmente ou mensalmente. Abaixo segue alguns exemplos de dados que podem ser consultados:

- Código da ordem de produção;

- Código dos trocadores pertencentes a uma ordem de produção específica;

- A lista de ocorrências (se houveram), mostrando a quantidade de curvas montadas erroneamente e qual foi a posição dessas curvas;

- Os tempos de produção, incluindo os de correção;

- Gráficos de desempenho.

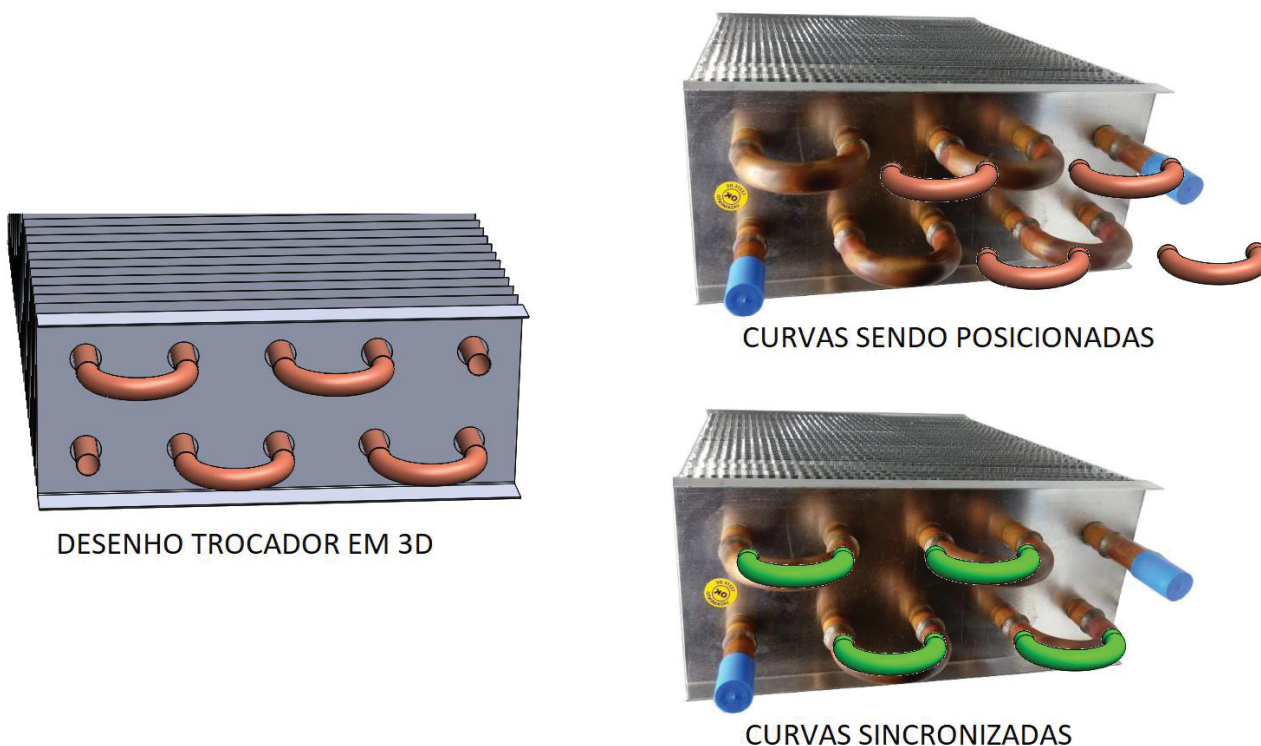


Figura 20. Exemplo de sincronização do software

4.4. Considerações finais

O resultado já obtido na fase de validação do configurador (primeiro trabalho apresentado) sugere um ganho de 180% no tempo de seleção do trocador de calor, uma diminuição do retrabalho de inserção no sistema e uma otimização do fluxo de trabalho entre as equipes de configuração, projetos e produção. Outras vantagens não mensuráveis, como por exemplo, o uso da tecnologia para gerar mais confiabilidade no processo, foram observadas na fase de testes.

A projeção dos ganhos com a implantação de uma linha específica para produção de forçadores de ar é estimada em 70%, somando com os benefícios da instalação dos equipamentos novos adquiridos, os estudos de ergonomia e otimização do processo.

Para o projeto da utilização da R.A. para validação da montagem das curvas, não é esperado um aumento na velocidade de produção do posto de trabalho, mas sim um ganho na confiabilidade do produto, rastreabilidade de não conformidades, relatórios inteligentes, diminuição no custo de retrabalho, produção e frete de novas peças para substituição e confiabilidade no próprio teste.

5. CONCLUSÕES

O objetivo deste relatório técnico foi mostrar algumas atividades sendo desenvolvidas dentro da indústria, no ramo de refrigeração industrial, mas que se aplica a outros setores produtivos, utilizando ferramentas de gestão já conhecidas e outras que estão inseridas no contexto de Indústria 4.0. Com a obtenção dos resultados esperados na execução desses projetos, espera-se mostrar a importância de uma abrangência maior e mais focada na resolução de oportunidades de melhoria na indústria, e com isto ser um dos pilares de uma futura empresa Startup.

Uma limitação deste trabalho foi a dificuldade em se obter os custos, por isso não foram apresentados nos projetos. Muitas empresas estão trabalhando com limitações por causa de uma pandemia mundial de um novo Coronavírus, recebeu a denominação SARS-CoV-2 pela Organização Mundial da Saúde (OMS) e a doença que ele provoca tem a denominação COVID-19 (DASA, 2020).

Como sugestão para trabalhos futuros, deve-se estudar a melhoria dos projetos de forçadores de ar, para serem mais eficientes e com menor custo. Também podem ser pesquisados outros processos de produção e testes, para os componentes apresentados ou outros pertencentes à refrigeração industrial, como por exemplo, os condensadores remotos a ar, que tem um grande custo agregado em uma instalação supermercadista.

6. AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus, que nos criou e nos permitiu estar aqui realizando mais esse sonho.

Aos nossos pais, familiares, parentes, amigos, professores, que de alguma forma contribuíram com a nossa formação de vida e acadêmica.

Ao professor Dr. Pablo Deivid Valle, por ser o grande motivador dos alunos da graduação e pós-graduação, utilizando seu tema clássico do filme Star Wars, ora incorporando o personagem de um “mestre Jedi” ora utilizando as frases do “mestre Yoda”.

7. REFERÊNCIAS

ALBERTIN, Marcos Ronaldo et al. Principais inovações tecnológicas da indústria 4.0 e suas aplicações e implicações na manufatura. **XXIV Simpósio de Engenharia de Produção. Anais..., Bauru**, 2017. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Dmontier_Jr/publication/321682376_PRINCIPAIS_INOVACOES_TECNOLOGICAS_DA_INDUSTRIA_40_E_SUAS_APLICACOES_E_IMPLICACOES_NA_MANUFATURA/links/5a2ab3a10f7e9b63e538ae47/PRINCIPAIS-INOVACOES-TECNOLOGICAS-DA-INDUSTRIA-40-E-SUAS-APLICACOES-E-IMPLICACOES-NA-MANUFATURA.pdf>. Acesso em: 11 Maio 2020.

ALVES, Fábila Santos. Um estudo das startups no Brasil. 2014. Disponível em: <<https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/15395/1/F%20c3%81BIA%20SANTOS%20ALVES.pdf>>. Acesso em: 20 Jun. 2020.

AZUMA, Ronald T. A survey of augmented reality. **Presence: Teleoperators & Virtual Environments**, v. 6, n. 4, p. 355-385, 1997. Disponível em: <<https://www.mitpressjournals.org/doi/pdf/10.1162/pres.1997.6.4.355>>. Acesso em: 11 Maio 2020.

COELHO, Pedro Miguel Nogueira. **Rumo à indústria 4.0**. 2016. Dissertação de Mestrado. Disponível em: <<https://estudogeral.uc.pt/bitstream/10316/36992/1/Tese%20Pedro%20Coelho%20Rumo%20%c3%a0%20Industria%204.0.pdf>>. Acesso em: 21 Jul. 2020.

DASA. Coronavírus: o que é, sintomas e como se prevenir da COVID-19. [atualizado em 01 Jul. 2020]. Disponível em: <<https://dasa.com.br/coronavirus>>. Acesso em: 12 Jul. 2020.

INCROPERA, F. P.; DEWITT, D. P. **Fundamentos de transferência de calor e de massa**. 4. ed. Rio de Janeiro: Livros técnicas e Científicos Editora, 1998.

MARTINS, Gilberto de Andrade; THEÓFILO, Carlos Renato. **Metodologia da Investigação Científica Para Ciências Sociais Aplicadas**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

MATTJIE, Clovis Adelar; RISTOF, Renato. Dimensionamento de um trocador de calor para resfriamento de fluido em um circuito hidráulico utilizado em uma plantadeira. **Faculdade Horizontina, Horizontina**, 2013. Disponível em: <http://fahor.edu.br/images/Documentos/Biblioteca/TFCs/Eng_Mecanica/2013/Mec_Clovis_Renato.pdf>. Acesso em: 14 Abr. 2020.

NAKAYAMA, Ruy Somei. **Oportunidades de atuação na cadeia de fornecimento de sistemas de automação para indústria 4.0 no Brasil**. 2017. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3136/tde-24102017-145041/publico/RuySomeiNakayamaCorr17.pdf>>. Acesso em: 27 Abr. 2020.

PEREIRA, Adriano; SIMONETTO, Eugênio de Oliveira. Indústria 4.0: conceitos e perspectivas para o Brasil. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 16, n. 1, 2018. Disponível em: <<http://periodicos.unincor.br/index.php/revistaunincor/article/view/4938>>. Acesso em: 15 Jun. 2020.

PEREIRA, Edson Jorge Alcântara et al. **CAD e engenharia reversa como ferramentas de auxílio na fabricação de cartuchos para próteses ortopédicas**. 2007. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Disponível em: <<https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/15536/1/EdsonJAP.pdf>>. Acesso em: 30 Abr. 2020.

PRODANOV, Cleber Cristiano; DE FREITAS, Ernani Cesar. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico-2ª Edição**. Editora Feevale, 2013. Disponível em: <<https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=ZGVmYXVsdGRvbWFpbmxiZHVjYWNhb2Vjb250YWJpbGlkYWRIfGd4OjU5NjIxOWU5NTgwZDdlZjY>>. Acesso em: 07 Jun. 2020.

RIES, Eric. A startup enxuta. Leya, 2012. Disponível em: <<http://s-inova.ucdb.br/wp-content/uploads/biblioteca/a-startup-enxuta-eric-ries-livro-completo.pdf>>. Acesso em: 15 Jun. 2020.

RÜßMANN, Michael et al. Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries. **Boston Consulting Group**, v. 9, n. 1, p. 54-89, 2015. Disponível em: <https://www.bcg.com/pt-br/publications/2015/engineered_products_project_business_industry_4_future_productivity_growth_manufacturing_industries>. Acesso em: 20 Jul. 2020.

SILVA, Carlos Eduardo Sanches da; FERNANDES, Carlos Eduardo; ARTHUR, Rafael; DINIZ, Soraia; ALMEIRA, Bruno Faria. **O potencial da engenharia reversa como meio de obtenção de tecnologia de produto e processos em pequenas e médias empresas**. XII SIMPEP, Bauru, SP, 2005. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/311668349_O_potencial_da_engenharia_reversa_como_meio_de_obtencao_de_tecnologia_de_produto_e_processos_em_pequenas_e_medias_empresas>. Acesso em: 15 Jul. 2020.

SILVEIRA, Cristiano Bertulucci; LOPES, Guilherme Cano. **O que é indústria 4.0 e como ela vai impactar o mundo**. 2016. Disponível em: <<https://www.citisystems.com.br/industria-4-0/>>. Acesso em: 22 Jul. 2020.

SIMÕES, Leider; RIBEIRO, Máris de Cássia. O ciclo PDCA como ferramenta da qualidade total. **Lins: Unisalesiano de Lins**, 2005. Disponível em: <<http://www.unisalesiano.edu.br/encontro2007/trabalho/aceitos/CC04099565629B.pdf>>. Acesso em: 13 Jul. 2020.

ZENG, Wenying et al. Research on cloud storage architecture and key technologies. In: **Proceedings of the 2nd International Conference on Interaction Sciences: Information Technology, Culture and Human**. 2009. p. 1044-1048. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/a6b4/590259a4007046911a2087760f00a800cbbd.pdf>>. Acesso em: 24 Jul. 2020.

8. RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES

Os autores são os únicos responsáveis pelas informações incluídas neste trabalho.